RESULTADOS PRELIMINARES DE ESTUDIOS BIOECOLOGICOS SOBRE EL "PULGON AMARILLO DE LOS CEREALES" *METOPOLOPHIUM DIRHODUM* (Walker), REALIZADO EN CASTELAR, BS. AS. DURANTE 1976 a 1979.

II. ESTUDIOS DE LABORATORIO

EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO DE M. DIRHODUM (WALKER)

EDUARDO N. BOTTO * y M.E. BOGGIATTO DE PACHECO **

INTRODUCCION

La importancia del "pulgón amarillo de los cerales" *M. dirhodum* y su incidencia sobre la producción cerealera del país, ya ha sido destacada en trabajos anteriores (INTA, 1975).

Si bien la evolución de las poblaciones en el campo es relativamente conocida (Botto y col, 1979), se ignora aún de que modo influyen los factores abióticos en la dinámica poblacional del áfido.

En los estudios de población de insectos y en especial de aquellos que son plagas, es fundamental el registro correcto de las variaciones de densidad; ésto depende entre otras cosas de un acertado método de muestreo en el que, el momento de toma de muestras a campo durante la evolución de la plaga, debe ser sumamente preciso.

En la práctica, la frecuencia de los muestreos se determina por medio de los índices de desarrollo basados en los requerimientos térmicos de la especie, (Harcourt, 1969;

* Investigador del Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica. Dpto. Patología Vegetal, INTA, Castelar.
** Becaria de Iniciación del Dpto. Patología Vegetal, INTA, Castelar.

REV. SOC. ENT. ARGENTINA, Tomo 39 (3-4) 179-188 1980

Guppy y Mukerji, 1974; Campbell y col, 1974).

Es conocido, que la velocidad de desarrollo de un insecto depende principalmente de la temperatura a la cual está expuesto; cada especie posee una temperatura umbral para el desarrollo y un requerimiento térmico que le son característicos. Teniendo en cuenta la importancia que poseen éstos parámetros en la distribución y abundancia de las especies (Messenger, 1959; 1970), se trató de estudiar los efectos de la temperatura sobre la velocidad de desarrollo, supervivencia, longevidad y fecundidad de *M. dirhodum*, aspectos no del todo conocidos hasta el presente para la Argentina, que servirán para una mejor interpretación de los estudios ecológicos de la especie.

MATERIALES Y METODOS

Las experiencias se realizaron en cámaras de cría del Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica del INTA Castelar, cuyas temperaturas, apróximadamente constantes, se ajustaron entre los 5°C y los 29°C; la humedad relativa se dejó variar entre el 60 % - 80 % en todos los casos; la iluminación, natural difusa, fue complementada con luz artificial provista por un equipo de luces que proporcionó de 1400 a 1600 Lux: el fotoperíodo fue de 12 horas luz, 12 horas oscuridad.

Para cada experiencia a las distintas temperaturas ensayadas, se emplearon no menos de 20 áfidos de 24 horas de vida, procedente de un cultivo masivo de laboratorio. Los pulgones fueron dispuestos individualmente sobre una plántula de cebada var *Bordenave ranquelina*, de apróximadamente 5-10 cm de alto, en unidades de cría.

Estas, estaban constituídas por dos cilindros de plástico transparente superpuestos; el superior o tapa de 2,5 cm de diámetro y 8 cm de alto fue perforado para evitar la formación de microclimas en su interior; cada perforación fue cubierta con muselina; el cilindro inferior o base, de un diámetro ligeramente menor, contenía la plántula de cebada.

Entre ambos cilíndros se colocó una cartulina negra (a través de la cual pasaba la plantita), de modo tal de favorecer la localización de las exuvias ninfales. La planta fue regada día por medio con solución nutritiva de Hoagland y Arnon, 1938; la no existencia de microclimas dentro de cada unidad de cría fue verificada mediante el empleo de una termorresistencia, no registrándose diferencias significativas entre la temperatura dentro de éstas y la del ambiente experimental (diferencias menores a 1°C para todos los casos observados).

El momento de ecdisis y la supervivencia de cada individuo fue registrada a diario desde el nacimiento hasta la madurez. El tiempo de desarrollo (Y) y la velocidad de desarrollo (100/Y) expresados en horas fueron calculados para el período ninfa-adulto prereproductivo inclusive. Los adultos nacidos, se siguieron individualmente en cada unidad de cría, determinándose su supervivencia, longevidad y fecundidad para las temperaturas ensayadas que durante este período variaron entre los 11°C y los 27°C.

Las crías producidas se retiraron diariamente, registrándose su número; la fecundidad específica (Mx), se expresó como el número promedio de crías producidas por hembra por semana durante el período reproductivo. La supervivencia específica para cada edad de las hembras reproductivas (Lx) se consideró como la proporción del número original de hembras que llegó a superar la mitad de cada semana de vida. En base a Lx y Mx se calculó la capacidad reproductiva neta (R_0) de las hembras.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tiempo de desarrollo y velocidad de desarrollo:

Los resultados obtenidos para el tiempo de desarrollo (Y) y la velocidad de desarrollo (100/Y), para el período ninfa-adulto prereproductivo inclusive, se presentan en el cuadro N° 1; la curva de desarrollo, obtenida en base a dichos resultados, así como tam-

bién la posible curva teórica (trazada a mano levantada) se exponen en el gráfico N° 1.

A juzgar por la curva obtenida, la respuesta es aparentemente sigmoide, notándose un claro efecto de la temperatura sobre la velocidad de desarrollo de *M. dirhodum*. Temperaturas del orden de los 5°C alargan considerablemente el tiempo de desarrollo (Y) del áfido (alrededor de 1600 horas). A medida que la temperatura se incrementa, el tiempo de desarrollo se hace menor aumentando en consecuencia la velocidad de desarrollo (100/Y) que para temperaturas comprendidas entre los 5°C y los 22°C parecería tener una respuesta casi lineal al aumento de la temperatura. Por encima de dicho valor, este comportamiento se pierde, haciéndose la curva de desarrollo asintónica respecto de las abscisas.

No obstante ello, la mayor velocidad de desarrollo (100/Y = 0,5) se registró para temperaturas cercanas a los 27°C.

Valores superiores al mismo, ejercieron un efecto deletéreo sobre los áfidos, los que no alcanzaron a completar su desarrollo muriendo como ninfas del tercer estadio.

La mayor velocidad de desarrollo al aumentar la temperatura, surge como consecuencia de un acortamiento en la duración de los estadios ninfales y del adulto prereproductivo, si bien este último estado de desarrollo se alarga por arriba de los 23°C. (vease cuadro N°1).

Los adultos nacidos en todas las temperaturas experimentadas fueron ápteros en su mayoría, excepto para T°C = 23 en que se obtuvieron dos individuos alados cuyas velocidades de desarrollo durante la etapa ninfa-adulto prereproductivo no difirieron de lo observado para las formas ápteras.

Supervivencia (período ninfa-adulto prereproductivo)

La supervivencia (Lx) se expresó como el número de individuos que llegan vivos al final de cada estadio de desarrollo respecto del número original: los resultados obtenidos se dan en el cuadro N°2; en el gráfico N° 2, se muestra la relación existente entre Lx y las diferentes temperaturas.

La mayor supervivencia para *M. dirhodum* se dió para temperaturas comprendidas entre los 18°C-22°C, variando Lx entre el 75 %- 86%; si bien temperaturas cercanas a los 5°C afectan negativamente la supervivencia del pulgón (Lx menor que el 15 %), no alcanzan a ser letales contrariamente a lo observado para temperaturas superiores a los 28°C. Exposiciones prolongadas por encima de este valor, no permitieron el desarrollo completo de *M. dirhodum* tal cual se dijo anteriormente.

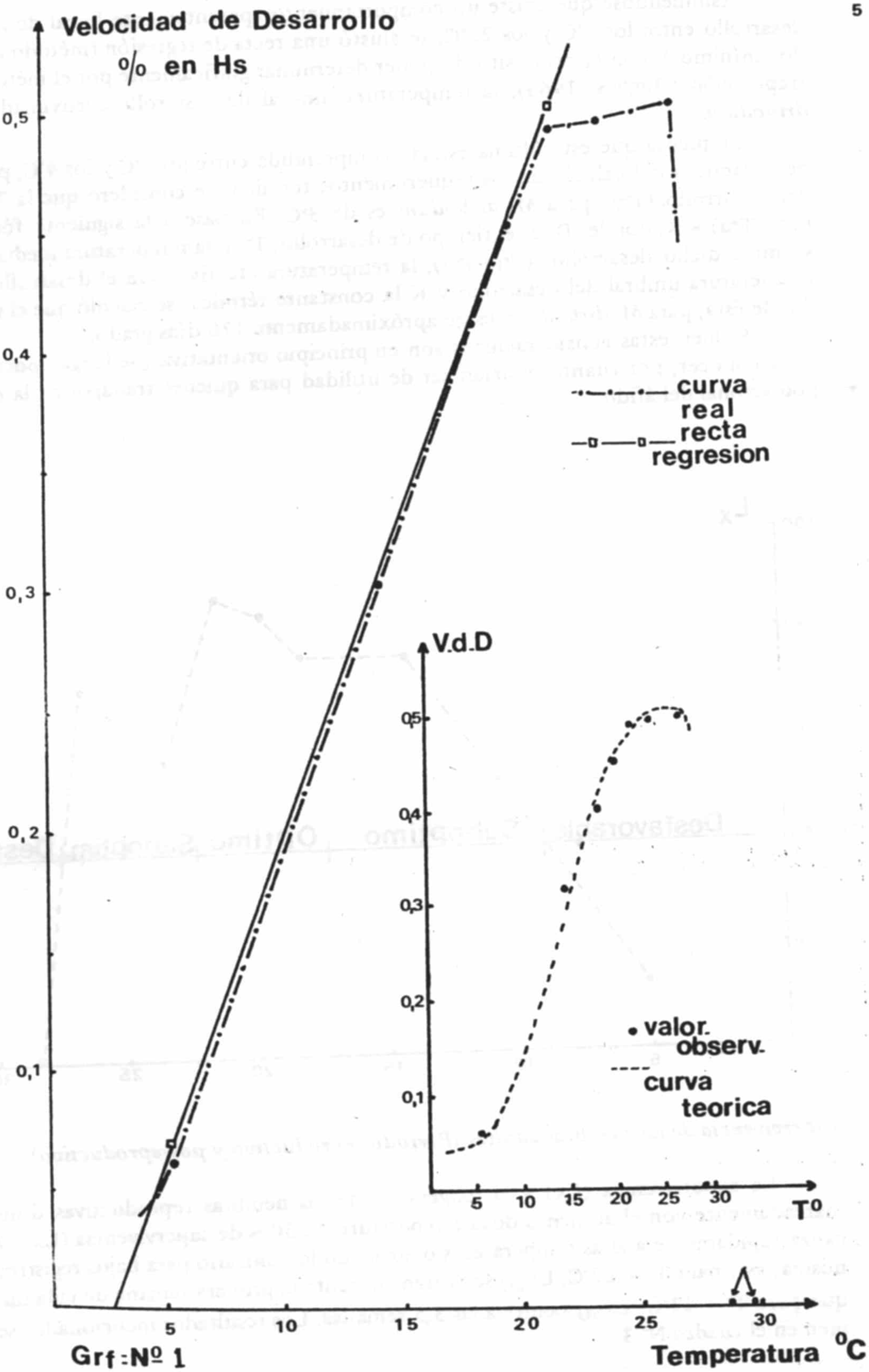
No obstante, temperaturas fluctuantes cuyo promedio esté por debajo de los 28°C, no serían letales aún cuando sus picos de máxima fueran ligeramente superiores. Teniendo en cuenta lo expuesto para la velocidad de desarrollo y la supervivencia de *M. dirhodum*, se confeccionó el siguiente cuadro de rangos de temperaturas:

RANGOS	T° C	VELOCID. DESARR. (100/Y)	SUPERVIVENCIA (Lx)
Desfavorable inferior.	Cercanas a 5°C	Inferiores a 0,030	Menores que el 15%
Subóptimo inferior.	14° - 18°	0,030 - 0,400	70% - 75%
Optimo.	18° - 22°	0,400 - 0,490	75% - 86%
Subóptimo superior	23° - 27°	0,490 - 0,500	Menores que el 70%
Desafavorable superior.	Mayores de 27°C	—	Mueren en III Est.

CUADRO N° 1:

TIEMPO Y VELOCIDAD DE DESARROLLO DE Metopolophium A DIFERENTES TEMPERATURAS

TEMPERATURA °C	TIEMPO DE DESARROLLO (NINFA-ADULTO PREREPRODUCTIVO) EN Horas						VELOCIDAD DE DESARROLLO (100/Y) EN %
	I EST.	II EST.	III EST.	IV EST.	AD-PRER.	TOTAL	
5,3 ± 1,4	336	312	480	360	91	1579	0,063
14,3 ± 2,6	78,4	60,8	70,4	72	26,4	308 ± 21	0,324
18,3 ± 2,6	54,4	53,6	60,8	57,6	18,4	245 ± 14	0,408
19,9 ± 2,7	47	47,5	55,2	51,8	19,2	221 ± 23	0,453
21,6 ± 1,3	40,3	48	49,8	49,5	15,6	203 ± 13	0,491
23,6 ± 0,4	38,1	41,5	50,1	51,2	21,8	203 ± 21	0,492
26,8 ± 0,6	39,4	30,8	50,6	52,2	26,5	200 ± 29	0,500
28,6 ± 0,9	34,3	34,3	49,7				
29,8 ± 0,9	33,6	38,4	45,6				


Velocidad de Desarrollo
% en Hs
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
5
10
15
20
25
30
Temperatura °C
curva real
recta regresion
V.d.D
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
valor. observ.
curva teorica
5
10
15
20
25
30
T°

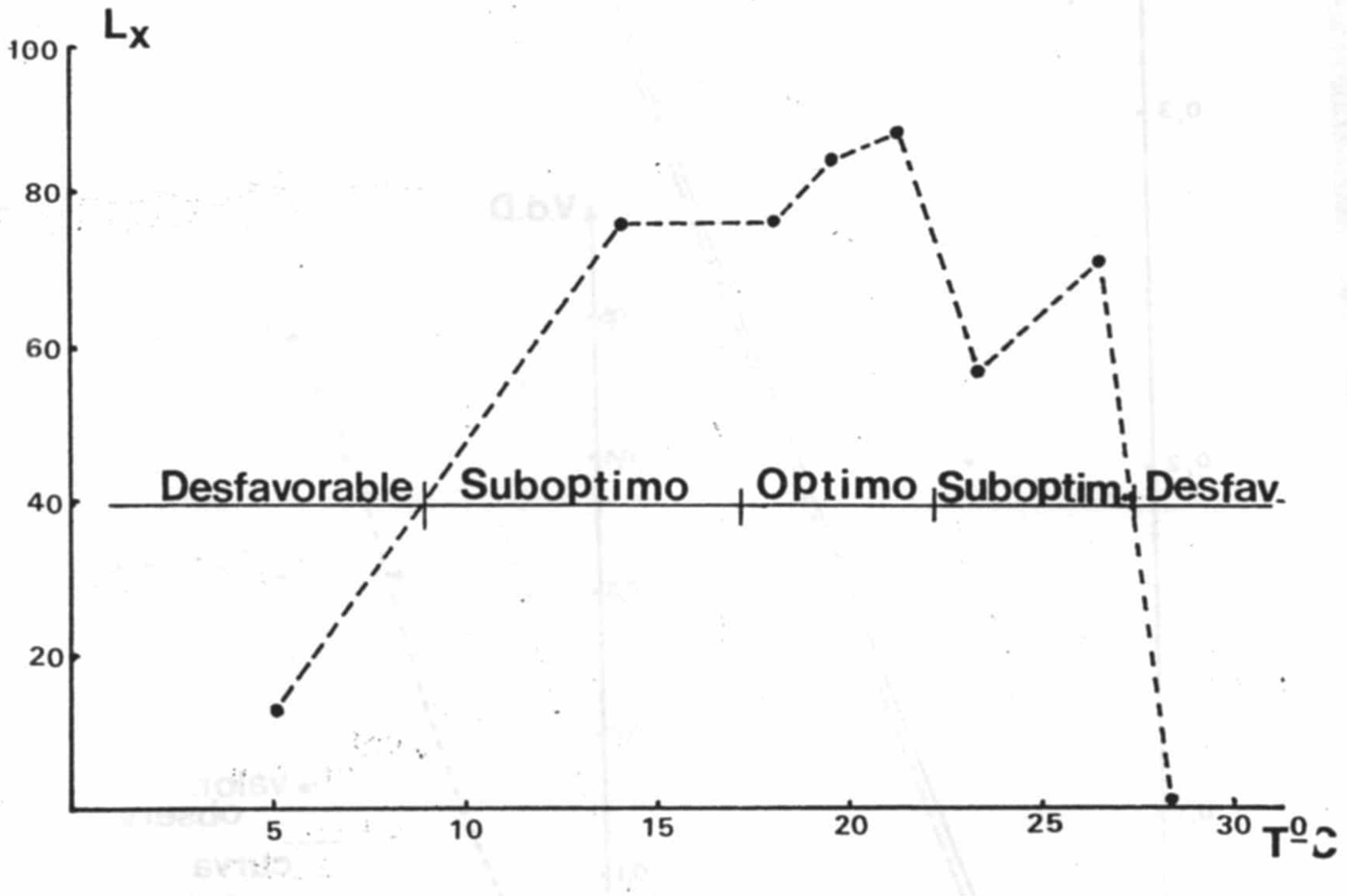
Grf :Nº 1

Requerimientos térmicos de M. dirhodum (período ninfa-adulto pre-reproductivo)

Asumiéndose que existe un comportamiento aparentemente lineal de la curva de desarrollo entre los 5°C y los 22°C, se ajustó una recta de regresión (método de cuadrados mínimos), con el propósito de poder determinar graficamente por el método de extrapolación (Hughes, 1963), la temperatura umbral de desarrollo apróximada para *M. dirhodum.*

Se piensa que esta última estaría comprendida entre los 2°C y los 4°C; para los fines prácticos del cálculo de los requerimientos térmicos se consideró que la T° umbral del desarrollo (T°u) para *M. dirhodum* es de 3°C. En base a la siguiente fórmula: D (T°m-T°u) = K, donde: D, es el tiempo de desarrollo; T°m, la temperatura media a la cual se mide dicho desarrollo; (T°m-T°u), la temperatura efectiva para el desarrollo; T°u, la temperatura umbral del desarrollo y K la constante térmica, se calculó que el valor medio de ésta, para *M. dirhodum,* es de apróximadamente 170 días-grado.

Si bien estas consideraciones son en principio orientativas, se juzga oportuno darlas a conocer, por cuanto podrían ser de utilidad para quienes trabajan en la dinámica poblacional del áfido.



Supervivencia de las hembras adultas (Período reproductivo y posreproductivo):

La supervivencia (Lx) y la longevidad de las hembras reproductivas disminuye marcadamente con el aumento de la temperatura. El 50 % de supervivencia (Lx_{50}) se alcanza rapidamente a altas temperaturas ocurriendo lo contrario para bajos registros de la misma; así, para T° = 27°C, Lx_{50} se obtiene durante la primera semana de vida mientras que para T° = 11°C, Lx_{50} ocurre a las 3,5 semanas. Los resultados mencionados se resumen en el cuadro N° 3.

Longevidad y Fecundidad (período adulto reproductivo-adulto pos-reproductivo):

A medida que la temperatura aumenta se nota una disminución en la duración de la edad reproductiva tal cual lo manifiestan los siguientes valores: 5,5 semanas para T° = 11°C, 3 semanas para T° = 22°C y apróximadamente 1,5 semanas para T° = 27°C.

La capacidad reproductiva bruta (Sumatoria de Mx) expresada como la suma del promedio del número de crías totales por hembra durante la edad reproductiva y la capacidad reproductiva neta R_0, (R_0 = Sumatoria de Lx. Mx), que da una idea del número de veces que una hembra es capaz de reemplazarse a sí misma durante una generación, alcanzan sus máximos valores para aquellas temperaturas ubicadas entre los 15°C y los 17°C apróximadamente.

Aparentemente las hembras producen más del 80 % de sus crías durante las tres primeras semanas de vida para temperaturas entre los 11°C y los 17°C; a medida que la temperatura va aumentando, como consecuencia de un acortamiento de la edad reproductiva, la mayor fecundidad se da en las dos primeras semanas; para temperaturas del orden de los 27°C la fecundidad no solo es mínima sino también altamente irregular, ocurriendo casi por completo durante la primera semana de vida.

La duración del período posreproductivo se vé afectada de un modo distinto por la temperatura, así bajos valores de la variable determinan un breve período posreproductivo no mayor de 48 horas mientras que valores de T° cercanos a los 27°C prolongan el mismo período más de 96 horas. (Ver cuadro N° 3).

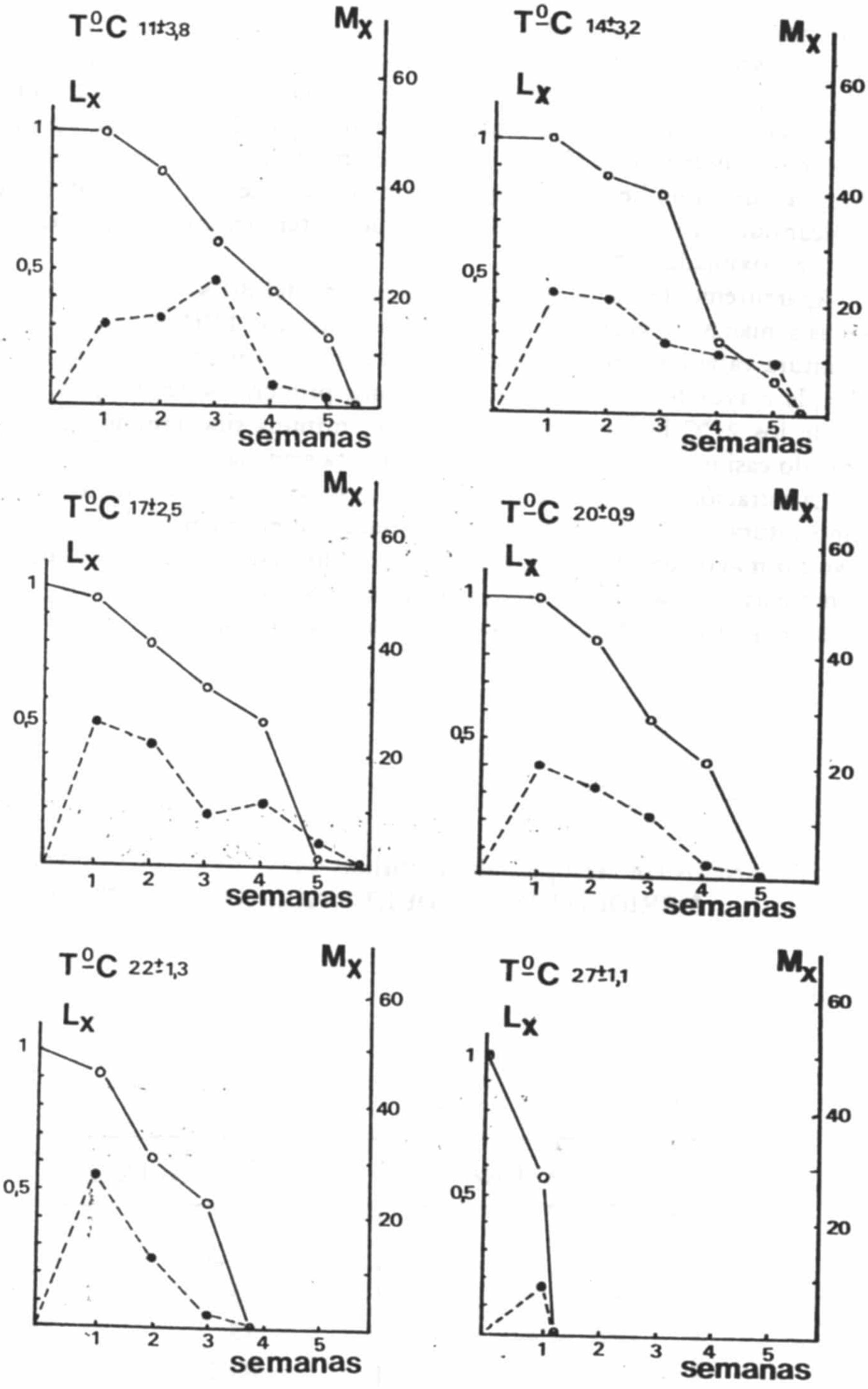
En el gráfico N° 3 se muestran los resultados antedichos.

CUADRO N° 2

SUPERVIVENCIA DE Metopolophium dirhodum A DIFERENTES TEMPERATURAS (PERIODO NINFA-ADULTO PREREPRODUCTIVO)

TEMPERATURA °C	SUPERVIVENCIA (Lx)
5,3 ± 1,4	12,5
14,3 ± 2,6	75
18,3 ± 2,6	75
19,9 ± 2,7	83,3
21,6 ± 1,3	86,6
23,6 ± 0,4	70
26,8 ± 0,6	70
28,6 ± 0,9	Mueren como ninfa del III-IV Estadío.
—	
29,8 ± 0,9	Idem.

9



Grf: Nº 2

Grafico N°2

Supervivencia de M. dirbodum (Walker) a diferentes temperaturas. (Período ninfa-adulto prereproductivo inclusive)

CUADRO Nº 3:
SUPERVIVENCIA Y CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE M. dirhodum A DIFERENTES TEMPERATURAS (PERIODOS REPRODUCTIVO Y POSREPRODUCTIVO)

EDAD REPRODUCTIVA (en semanas)	I		II		III		IV		V		SMx	Ro
TEMPERATURA °C	Lx	Mx	Lx	Mx	Lx	Mx	Lx	Mx	Lx	Mx		
11 ± 8	1	15,3	0,86	16,2	0,60	23,3	0,42	4,66	0,26	2,50	62	45,8
14,8 ± 3,8	1	22,3	0,86	20,6	0,80	13,1	0,26	11,7	0,13	9,50	77,3	54,8
17,1 ± 2,5	0,96	25,4	0,80	21,7	0,64	9	0,52	10,7	0,08	4	70,9	53,5
20,6 ± 0,9	1	20	0,85	15,9	0,57	11,1	0,42	2,5	0	0	49,5	40,9
22,1 ± 1,3	0,92	28,2	0,61	12,7	0,46	2,3	0	0	0	0	43,3	34,8
27,3 ± 1,1	0,57	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	8,2	4,7

CONCLUSIONES

A través de lo expuesto, puede decirse que:

- La temperatura juega un papel importante sobre *M. dirbodum*, afectando directamente tanto a su velocidad de desarrollo como a su supervivencia, longevidad y fecundidad.
- La baja velocidad de desarrollo registrada para T° = 5°C, así como también la escasa supervivencia, estarían indicando la próximidad de una temperatura umbral para el desarrollo de *M. dirbodum*.
- Dicha T° umbral, se estima desde un punto de vista práctico, puede considerarse en T°u = 3°C.
- El requerimiento térmico de *M. dirbodum* sería de apróximadamente 170 días-grado para el desarrollo desde ninfa a adulto prereproductivo.
- Temperaturas situadas entre los 18°C-22°C son óptimas para el desarrollo y supervivencia de la especie durante el lapso ninfa-adulto prereproductivo inclusive.
- La máxima capacidad reproductiva (R_0) para *M. dirbodum* se da para valores de temperatura ubicados entre los 15°C-17°C, lo cual coincide con lo observado para la evolución de las poblaciones en campo.

BIBLIOGRAFIA

BOTTO, E. N., HERNANDEZ M. C., BOGGIATTO DE PACHECO, M. E. y CROUZEL I. S. 1979. Resultados preliminares de estudios bioecológicos sobre el "pulgón amarillo de los cereales" *Metopolophium dirbodum* (Walker), realizados en Castelar, Bs. As., durante 1976 a 1979. Rev. Soc. Ent. Argentina, Tomo 38 (1-4): 37-46, 1979.

CAMPBELL, A. B., FRAZER, D., GILBERT, N., GUTIERREZ, A. P. and MACKAUER, M. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites J. appl. ecol, 431-438, 1974.

GUPPY, J. C. and MUJERKI, M. 1974. Effects of temperatures on devel)

GUPPY, J. C. and MUJERKI, M. 1974. Effects of temperatures on developmental rates of the inmature stages of the alfalfa weevil *Hypera postica* (Coleoptera, Curculionidae). Can. Ent. 106: 93-100. 1974.

HARCOURT, D. G. 1969. The development and use of life tables in the study of natural insects populations. A. Rev. Ent. 14: 175-196. 1969.

HUGHES, R. D. 1963. Populations dinamics of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L) J. Anim. Ecol. Vol: 32, N° 3, 1963.

INTA. Estación Experimental Regional Agropecuaria Pergamino. 1975. Reunión de los Países del Cono Sur sobre los pulgones del trigo. Octubre de 1975. INTA.

MESSANGER, P. S. 1972. Bioclimatology and Prediction of Populations Trends. Proc. FAO Conf. on Ecology in Relation to Plant Pest Control. Roma-Italia, Diciembre 11-15. 1972. Edit. 1974.

ABSTRAC: The effect of temperature on the rate of development, survival, fecundity and thermal requierements of *M. dirbodum* were studied under laboratory conditions.

Temperature affected strongly these parameters; optimal conditions for survival and the rate of development during the ninfal to the prereproductive adult period were obtained for temperatures between 18°C-22°C. Hight temperature (above 27°C) killed all the nimphs during the 3rd. instar; low temperatures (near to 5°C) were no de leterous for the aphid but enlarged considerably the developmental time.

Threshold of development and thermal constant were assumed to be, for practical purposes, T° u = 3°C and K = 170 degree-days respectively.

Longevity, survival and fecundity of adult *Metopolopbium*, achieved its maximal valuces between 15°C-17°C. With the increase of temperature above this range, all the parameters before mentioned dicrease.